

00862.023280



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Shinji UCHIDA) : Examiner: Unassigned
Application No.: 10/693,104) : Group Art Unit: Unassigned
Filed: October 27, 2003) :
For: POSITIONING APPARATUS AND) January 5, 2004
CHARGED-PARTICLE-BEAM EXPOSURE)
APPARATUS)

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2002-318486, filed October 31, 2002.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicant
Steven E. Warner
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200
SEW/eab

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 3 1 日
Date of Application:

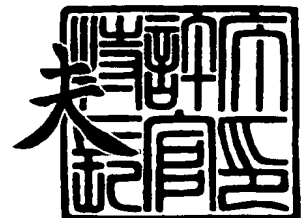
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 8 4 8 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 1 8 4 8 6]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 4820001

【提出日】 平成14年10月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明の名称】 位置決め装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 内田 真司

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康德

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位置決め装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動軸方向の駆動をステージに伝達するに可動子と、
前記可動子と磁路を形成し、第1の磁束を発生させて、該可動子を駆動軸方向に駆動させる第1電磁石と、
前記第1電磁石と離間して、重ね合わせ方向に配置され、前記可動子と磁路を形成し、前記第1の磁束と極性を反転させた第2の磁束を発生させて、該可動子を前記駆動軸方向に駆動させる第2電磁石と、
を備えることを特徴とする位置決め装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は位置決め技術に関するもので、特に荷電粒子線を用いてパターン描画を行なう荷電粒子線露光装置等の半導体製造装置に適用が可能な位置決め技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体製造プロセスにおいて、ウエハ上にパターンの描画を行なう技術として、マスク上に形成された各種パターンを光でウエハ上に縮小転写するリソグラフィ技術が利用されている。このリソグラフィ技術で用いるマスクのパターンには極めて高い精度が要求され、これを作成するのに荷電粒子線露光装置が使用されている。また、マスクを用いることなしにウエハ上に直接パターンを描画する場合も荷電粒子線露光装置が使用されている。

【0003】

荷電粒子線露光装置には、照射するビームをスポット状にして使用するポイントビーム型、または照射するビームをサイズ可変の矩形断面にして使用する可変矩形ビーム型等の装置があるが、どの構成も一般的には荷電粒子線を発生させる電子銃部と、そこより発せられたビームを試料上に導くための電子光学系と、電

子ビームに対して全面にわたって試料を走査するためのステージ系、および電子ビームを試料面上に高精度に位置決めしていくための対物偏向器を有している。

【0004】

荷電粒子線の位置決め応答性は極めて高いため、ステージの機械的、制御的特性を高めるより、ステージの姿勢や位置ずれ量を計測し、荷電粒子線を走査させる偏向器によりビームの位置決めフィードバックしたシステム構成をとることが一般的であった。

【0005】

さらに、ステージは、真空チャンバ内に設置され、かつ荷電粒子線の位置決めに影響を与える磁場変動を引き起こしてはいけないという拘束があったため、従来、ステージは平面方向に動きさえすればよく、例えば、転がりガイドやボールネジアクチュエータといった接触型の限られた機構要素で構成されていた。このため、従来における接触型の機構要素では潤滑の問題や、発塵などの問題も生じる。その対応技術として、従来技術では、図1のようにXYステージの駆動要素に電磁石(1、2)を採用した構成のものもある。また、特許文献1では、電磁石アクチュエータ、磁気シールドを用いた非接触型6自由度ステージ機構が開示されている。特許文献1の方式によれば、漏れ磁場変動が少なく、高い清浄度環境を確保することができ、真空環境にも対応することが可能であり、かつ、高い精度の位置決め動作が可能である。

【0006】

【特許文献1】

特開平11-194824

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、今後のさらなる露光精度の高精度化および装置のスループットの向上という観点から、ステージの駆動の高速化が求められるが、上記の特許文献1で示されている電磁石アクチュエータ、磁気シールドを用いた非接触型6自由度ステージでは、磁気シールド部分の構造が複雑になってしまうという問題点があった。すなわち、磁気シールド部分の構造が重厚になるために、ステージの

可動部分の重量が重くなり、更なる高加減速、高速位置決めを達成することは、上述の機構要素を含む駆動系サーボ剛性とのトレードオフの問題により困難であった。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の課題に鑑み、漏れ磁場変動を低減する機構を有する位置決め装置を提供することを目的とする。または、位置決め装置は磁気シールド機構の簡素化を図ることにより微動基板ステージの軽量化を図り、かかる微動基板ステージを搭載したステージ装置の高加減速、高速位置決め制御の実現を可能にする。

【0 0 0 9】

上記課題を解決する本発明にかかる位置決め装置は、
駆動軸方向の駆動をステージに伝達するに可動子と、

前記可動子と磁路を形成し、第1の磁束を発生させて、該可動子を駆動軸方向に駆動させる第1電磁石と、

前記第1電磁石と離間して、重ね合わせ方向に配置され、前記可動子と磁路を形成し、前記第1の磁束と極性を反転させた第2の磁束を発生させて、該可動子を前記駆動軸方向に駆動させる第2電磁石と、を備えることを特徴とする。

【0 0 1 0】

【発明の実施の形態】

<第1実施形態>

第1実施形態にかかる1軸電磁石型ステージを図2A～4により説明する。

【0 0 1 1】

図2Aは、電磁石を駆動源とする1軸駆動機構の構成を示す図である。同図に示すように1軸駆動機構は、可動子である鉄心Iコア200と、その鉄心Iコア200と一定の空隙を保って、鉄心Iコアを挟み込むように片側2個ずつ配置された電磁石210から構成される。鉄心Iコア200を挟むように配置された電磁石210は、鉄心Eコア220と、その鉄心Eコアに巻回される励磁コイル230から構成される。4個の電磁石210は、鉄心Iコア200に対する固定子

240として配置され、それぞれが相対運動しないように一体に連結されている。

【0012】

鉄心Iコア200をX方向に駆動する場合、電磁石210の鉄心Eコア220aに巻回されている励磁コイル230aと鉄心Eコア220bに巻回されている励磁コイル230bには、鉄心Iコア200を同一方向に吸引するために、逆方向の電流が各励磁コイル230a, 230bに与えられ、励磁される(図3A, 図3Bを参照)。

【0013】

ここで、励磁コイル230a, 230bに対して、同じ量の電流を互いに逆方向に同時に流すために、それぞれに巻回される励磁コイル230a, 230bは鉄心Eコアに対する巻き方向を互いに逆巻きにしてもよく、または、鉄心Eコアに対する巻き方向は同じでも、電流制御回路の制御により、励磁コイルへ印加する電流の極性を逆にしてもよい。

【0014】

図2Bは、電流の極性を切替える電流制御回路700と、この回路に接続する複数の電磁石210の組み合わせを示す図である。電流制御回路700は、所定の駆動軸方向に鉄心Iコア200を駆動させるために、電流の極性と、電流量とを制御して、各電磁石に吸引力を発生させる。電磁石が生成する磁束は、励磁コイルの巻き方向、電流制御回路の制御(極性と、電流量)に依存して制御される。

【0015】

このとき、鉄心Eコア220から鉄心Iコア200におよぶ磁路に磁場が形成され、磁気的作用によって鉄心Eコア220と鉄心Iコア200の間に吸引力が発生する。図2Aは、電磁石210の磁気的作用により吸引力が鉄心Iコア200に作用して、空隙内に鉄心Iコアが平衡した状態を示しているが、吸引力の大小関係に応じて鉄心Iコア200はX(+)方向、若しくはX(-)方向に並進駆動することが可能である。

【0016】

次に、電磁石210の周りに形成される磁束、磁場の分布を図3A～Cにより

説明する。図3A、Bは、鉄心Iコア200をX軸正方向（「X（+）方向」と示す。）に吸引する場合の磁場の状態を模式的に示す図である。鉄心Iコア200のX（+）側に配置する電磁石210は、鉄心Eコア220と鉄心Iコア200中に実線の矢印で示すような磁路を構成し、磁束を発生させる。この際、電磁石210における各励磁コイル230a、230bには同じ大きさで逆方向の電流が通電される。

【0017】

X（+）方向の2個の電磁石210のうち、Z軸正方向側（Z（+）方向）に配置する電磁石が生成する磁束を図3Aに示し、Z軸負方向側（Z（-）方向）に配置される電磁石が生成する磁束の様子を図3Bに示す。それぞれの電磁石には、鉄心Eコア220から空隙を介して鉄心Iコア200におよぶ実線の矢印で示される磁路が形成される。各電磁石における2個の励磁コイル（230a、230b）に流れる電流の向きは互いに逆方向なので、磁路を流れる磁束の向きも逆方向になる。各磁路において生成される磁束に応じた吸引力が鉄心Iコア200と電磁石210との間で発生する。

【0018】

また、鉄心Eコア210と鉄心Iコア200の外部空間には、破線の矢印により示される方向に漏れ磁場が形成され、磁場の向きは図3Aと図3Bとでは、それぞれ逆向きの分布となる。それぞれの電磁石から外部の空間に生成される漏れ磁場は極性が逆で、ほぼ等しい強さの磁場が形成されることになる。2個の電磁石210は同じ向きに、並列に（Z方向に重ね合わせるように）配置されているので、生成された極性の逆の磁場は互いに相殺し合い、2個の電磁石周囲における漏れ磁場の発生は抑制される。

【0019】

従って、磁場相殺効果を利用した電磁石を1軸方向の駆動推進源として利用することにより、周囲の漏れ磁場を小さくすることが可能な1軸電磁石型ステージを構成することができる。尚、磁場相殺効果の具体例は、後の第4実施形態の説明において説明をするので、ここでは説明を省略する。

【0020】

電磁石 210 と鉄心 I コア 200 との位置関係を図 3 C を用いて説明する。鉄心 E コア 220 の端面と鉄心 I コア 200 の端面との空隙（図中の「a」）は、2, 3 [mm] 以下に設定することが好ましいが、本発明の趣旨はこの値に限定されるものではない。この値は、並列に（Z 方向に重ね合わせるよう配置）する 2 個の電磁石（図 3 C では 210 a と 210 b）の間の距離（図中の「b」）と比較して十分小さく設定されるものであればよい。

【0021】

これは、電磁石（210 a, 210 b）を構成する鉄心 E コア相互間の磁束と、電磁石と鉄心 I コア 200 との間で形成される磁束の強さのバランスを考慮したものであり、十分な吸引力を発生させるためには、間隙 a は電磁石間距離 b に比べて十分小さいことが、必要とされる。

【0022】

この条件を満たす Z 方向に配置する 2 個の電磁石 210 a, 210 b の鉄心 E コア相互間の磁路と、鉄心 E コアと鉄心 I コア 200 よりなる磁路と、を想定した場合、鉄心 E コアと鉄心 I コア 200 よりなる磁路に発生する磁束が支配的となり、電磁石 210 a と 210 b の鉄心 E コア間の磁路の影響は非常に小さいものとなる。

【0023】

（可動子の構成例）

上述の図 2 A に示す構成では、X 軸負方向側（X（-）方向）にある 2 個の電磁石と、X 軸正方向側（X（+）方向）にある 2 個の電磁石が吸引する鉄心 I コア 200 は単一の共通部材により構成されるものであった。しかし、可動子として機能する鉄心 I コア 200 は必ずしも共通部材である必要はなく、例えば、図 4 に示すように X（-）方向に吸引される鉄心 I コア 401 と X（+）方向に吸引される鉄心 I コア 402 と、を設け、2 つの鉄心 I コアが相対運動しないように、鉄心 I コア支持部材 403 を設けて一体に連結することもできる。また、鉄心 I コア支持部材 403 は磁性材料（例えば、磁性材料として、積層鋼板を使用することも可能である。）でもよく、非磁性材料でも良い。軽量な材料を支持部材 403 として採用することにより、可動子全体（401、402、403）の

重量を軽減することが可能になり、高加減速、高速位置決め制御を実行する上で有利な構造となる。

【 0 0 2 4 】

< 第 2 実施形態 >

第 2 実施形態にかかる 2 軸電磁石型ステージの構成を図 5 を用いて説明する。

【 0 0 2 5 】

第 1 実施形態で説明した鉄心 I コアとそれを挟み込むように片側 2 個ずつ（左右合計 4 個）配置した電磁石を 1 組の電磁石ユニットとすると、電磁石ユニットを複数組み合わせることで、多自由度方向の駆動源として、周囲の漏れ磁場を小さくすることが可能な多軸電磁石型ステージを構成することができる。

【 0 0 2 6 】

図 5 は、X 軸方向の並進駆動と、Z 軸回りの回転駆動をするための 2 軸の駆動源として機能する、2 組の電磁石ユニット 5 7 0、5 8 0 を使用した構成例を示す図である。電磁石 5 1 0 a ~ h は、所定の吸引力を発生させて、鉄心 I コア 5 0 0 を並進方向（例えば、X 軸（+ / -）方向）に駆動させることが可能である。2 組の電磁石ユニット 5 7 0、5 8 0 は、Y 軸方向に離間して配置され、例えば、電磁石ユニット 5 7 0 が、鉄心 I コア 5 0 0 の A 端を X（+）方向に吸引し、電磁石ユニット 5 8 0 が、他端 B を X（-）方向に吸引することにより、鉄心 I コア 5 0 0 を、Z 軸回りに回転駆動させることができる。

【 0 0 2 7 】

鉄心 I コア 5 0 0 全体を X（+）方向に並進駆動する場合、励磁コイル 5 3 0 a、c 及び電磁石 5 1 0 b、d の励磁コイルに所定の電流を通電し、X（+）側に配置する電磁石 5 1 0 a ~ d に吸引力を発生させればよい。同様に X（-）方向に並進駆動する場合は、電磁石 5 1 0 e ~ h に吸引力を発生させればよい。回転駆動は、一端を X（+）方向に吸引し、他端を X（-）方向に吸引する駆動により実現される。

【 0 0 2 8 】

電磁石 5 1 0 a ~ h が発生する吸引力は、第 1 実施形態で説明した図 3 A ~ C と同様のメカニズムによるもので、詳細な説明は省略するが、例えば、電磁石 5

10aに示したように、鉄心Eコア520と鉄心Iコア500中に実線の矢印で示すような磁路を構成し、各磁路において生成される磁束に応じた吸引力が鉄心Iコア500と電磁石510aとの間で発生する。

【0029】

尚、この際、電磁石510aに巻回される励磁コイル530aと電磁石510bに巻回される励磁コイル530bには、同じ大きさで逆方向の電流が通電される。逆方向の電流の通電は、第1実施形態で説明したとおり、コイルの巻方向を逆にしてもよく、電流制御回路の制御により印加する電流の極性を逆にしてもよい。

【0030】

また、吸引力を発生させている電磁石510aに着目すると、鉄心Eコア520と鉄心Iコア500の外部空間には、図3Aに示されるような漏れ磁場が形成されるが、この漏れ磁場は、極性が逆で、ほぼ等しい強さの漏れ磁場（図3Bを参照）を形成する電磁石510bと、重ね合わせ方向に配置する組み合わせにより相殺することができる。磁場相殺効果を利用した電磁石ユニットを2軸方向の駆動推進源として利用することにより、周囲の漏れ磁場を小さくすることが可能な2軸電磁石型ステージを構成することができる。

【0031】

<第3実施形態>

第3実施形態にかかる2軸電磁石型ステージの構成を図6を用いて説明する。鉄心Iコア支持部材650には鉄心Iコア660、670が一体として設けられており、鉄心Iコア670を挟み込むように、電磁石610a～dが構成されている。この電磁石610a～dは、所定の吸引力を発生させて、鉄心Iコア670をX（+/-）方向に並進駆動させる。

【0032】

例えば、鉄心Iコア670をX（+）方向に並進駆動する場合、励磁コイル630a及び電磁石610bの励磁コイルに所定の電流を通電し、X（+）側に配置する電磁石610a、bに吸引力を発生させればよい。また、X（-）方向に並進駆動する場合は、電磁石610c、dに吸引力を発生させればよい。

【0033】

一方、鉄心 I コア 660 を挟み込むように、電磁石 610 e～h が構成されており、これらは、所定の吸引力を発生させて、鉄心 I コア 660 を Y（+／－）方向に並進駆動させる。

【0034】

例えば、鉄心 I コア 660 を Y（+）方向に並進駆動する場合、励磁コイル 630 e、f に所定の電流を通電し、Y（+）側に配置する電磁石 610 e、f に吸引力を発生させればよい。また、同様に Y（－）方向に並進駆動する場合は、電磁石 610 g、h に吸引力を発生させればよい。

【0035】

電磁石が発生する吸引力は、第 1 実施形態で説明した図 3 A～C と同様のメカニズムによるもので、詳細な説明は省略するが、各電磁石ユニットが吸引力を発生する際に生じる漏れ磁場は、Z 方向に、並列（重ね合わせるよう）に配置した電磁石の組み合わせ、具体的には、610 a と b、610 c と d、610 e と f、610 g と h、との組み合わせにより相殺することが可能であり、磁場相殺効果を利用した電磁石ユニットを 2 軸方向の駆動推進源として利用することにより、周囲の漏れ磁場を小さくすることが可能な 2 軸電磁石型ステージを構成することができる。

【0036】**<第 4 実施形態>****（6 自由度ステージの構造）**

第 4 実施形態にかかる 6 軸電磁石型ステージの構成を図 7～10 により説明する。本実施形態における 6 軸電磁石型ステージは、例えば、荷電粒子線露光装置において基板（ウエハ）を搭載して、所定の位置及び姿勢に位置合わせするために、基板ステージの位置、姿勢を制御する微動基板ステージに好適な構成を有している。本実施形態では、この微動基板ステージに、先の実施形態で説明した電磁石ユニットを 6 軸分配置して、位置、姿勢を精密に制御するための構成を示す。

【0037】

図7Aは微動基板ステージの構成を示す図である。同図に示すように微動基板ステージは、ウエハ701を基板ホルダ703上に載置し、光軸（Z軸）方向、並進（X軸、Y軸）方向、Z軸回りの回転（ θ_z ）方向およびチルト方向（X、Y軸回りの回転（ θ_x 、 θ_y ））に移動可能な6自由度ステージである。各自由度方向にステージを動かす駆動源として、前述の電磁石ユニットが6自由度分設けられている。底板710a及び側板710bは、6自由度ステージ機構を載置し、光軸（Z軸）と直交するXY方向に移動可能な微動XYステージとして機能する。底板710a及び側板710b両者の組み合わせを、以降、「センタスライダ710c」と呼ぶ。

【0038】

尚、センタスライダ710cは、XY面内を高速に駆動して、位置決めすることが可能なxy搬送ステージ上に構成されているものとし、ウエハの位置は、このxy搬送ステージで高速に粗位置決めがされた後、本実施形態で示す微動基板ステージにより、精密に位置決めされる。図8は、上述の微動基板ステージがステージベース730上に設けられ、xy運搬ステージに組込まれた概略構成を示す図である。

【0039】

図7B（a）は、側板710bをyz平面から見た場合の概略図であり、Y可動ガイド719は開口部720aの内部に設けられた軸受け721aにより摺動可能な状態で支持されている。

【0040】

同様に、図7B（b）は、側板710bをxz平面から見た場合の概略図であり、X可動ガイド709は開口部720bの内部に設けられた軸受け722aにより摺動可能な状態で支持されている。

【0041】

センタスライダ710cをx方向に動かす場合は、x方向の推進力をX可動ガイドに加えて動かすことにより、Y可動ガイド719は開口部720a内を摺動し、センタスライダ710cのx方向の駆動を案内する。また、センタスライダ710cをy方向に動かす場合は、y方向の推進力をY可動ガイド719に加え

て動かすことにより、X可動ガイド709は開口部720b内を摺動し、センタスライダ710cのy方向の駆動を案内する。底板710aは、微動基板ステージ704機構全体を支持するステージベース730上面に対面する底板710aの下面に軸受731が設けられており、xy方向にセンタスライダ710cが駆動する場合に、ステージベース730の上面に沿ってその動きは滑動可能に案内される。

【0042】

微動基板ステージ704の上面には、ウェハ等の搬送対象を保持する基板ホルダ703と、ステージの位置を計測するためのX反射ミラー702、Y反射ミラー718を搭載している。これら反射ミラーを利用することにより、例えば、図示していない試料チャンバに保持されたレーザ干渉計によりチャンバ内壁基準に基板ステージのxy方向の位置を計測することが可能である。

【0043】

また、同一反射ミラーで、Z軸回りの回転(θ_z)方向およびチルト方向(X、Y軸回りの回転(θ_x , θ_y))の計測も行っている。回転及びチルト方向の計測は、複数ビームの並びと直交する側から、測定することが望ましく、z方向は非感光性の光を用いた光学センサにより検出している。サーボ用のセンサとして、真空対応のエンコーダを用いてもよい。

【0044】

微動基板ステージ704はセンタスライダ710cを取り囲むようなカゴ型構造をしており、X可動ガイド709、Y可動ガイド719が、組み合わされた状態で貫通する開口部705、717を有している。

【0045】

微動基板ステージ704には6個の可動子(706、714～716等)が固定されており、各可動子に対して、電磁石ユニット(図2A)を有する駆動ユニット(707、708、711～713)が底板710a側に固定されている。

【0046】

図7Cは、Y1駆動ユニット712とY1可動子715とが組み合わされた状態を例示する図である。電磁石210を構成する鉄心Eコア220aには励磁コ

イル a が巻回されており、鉄心 E コア 220 b には励磁コイル b が巻回されており、所定の極性を有する電流を通電することにより、所定の方向の吸引力を Y1 可動子 715 に印加することが可能である。電磁石ユニットは磁気シールド 790 a, b が多重の設けられており、これら磁気シールドには、可動子 715 等を挿入するための開口部が形成されている。また、これら磁気シールドは底板 710 a 側に固定されている。

【0047】

図 9 (a) は、駆動軸方向に対応する電磁石ユニット固定子の配置例を示す図であり、3 組の z 方向に駆動力を発生する Z1 電磁石ユニット固定子、Z2 電磁石ユニット固定子および Z3 電磁石ユニット固定子、1 組の x 方向に駆動力を発生する X1 電磁石ユニット固定子、2 組の y 方向に駆動力を発生する Y1 電磁石ユニット固定子および Y2 電磁石ユニット固定子が、所定の位置に配置されている。本実施形態は複数の駆動ユニット (707、708、711~713、720 等) により生成される複数方向の駆動力の組み合わせにより、微動基板ステージ 704 を 6 自由度に駆動可能な構成となっており、各駆動ユニットのレイアウトは図 9 (a) に示すものに限定されるものではなく、XYZ 方向の並進、XYZ 軸回りの回転駆動が、各電磁石ユニット固定子による駆動力の組み合わせにより達成できるものであればよい。

【0048】

6 個の駆動ユニット (707、708、711~713、720 等) には、磁場変動要因にならないようパーマロイなどで多重の磁気シールド (790 a, 790 b) が施されており、かつ縮小電子光学系からの漏れ磁場により磁場変動をおこさぬよう、縮小電子光学系より十分離れたところに配置されていることが好ましい (図 9 (b))。具体的には、駆動ユニット (707, 708, 711~713, 720) の位置は、z 方向においてセンタスライダの重心を介して、基板と反対側に配置することが望ましい。

【0049】

(駆動ユニットの説明)

駆動ユニットの構成は、図 2 A で説明したとおり、可動子になる鉄心 I コア 2

00と、固定子になる4個の鉄心Eコア220および8個の励磁コイルを1組とした電磁石ユニットより構成される。励磁コイル230aは鉄心コア220aに巻回され、励磁コイル230bは鉄心コアbに巻回され、鉄心Iコア200を両側からある一定の空隙を保って挟み込むようにして鉄心Eコアが設置されている(図2Aを参照)。

【0050】

駆動ユニットの可動子になる鉄心Iコアは微動基板ステージ704側に固定されている。また、各駆動ユニットはセンタスライダ710c上に、互いに相対移動することなく固定されている。各励磁コイルに所定の極性の電流を流すことで、並列(Z方向に重ね合わせるよう配置)する2個の鉄心Eコア(図2Aの場合220a, 220b)がそれぞれ励磁され、鉄心Eコア(220a, 220b)から空隙を介して鉄心Iコア200(図7の場合では、可動子714~716等が該当する)におよぶ磁路を形成して、鉄心Eコアと鉄心Iコアの間に磁氣的吸引力を発生させることができる。これによって可動子(鉄心Iコア)を左右両方向(あるいは上下方向)から吸引することができ、可動子である可動子(鉄心Iコア)を1軸上の正方向または負方向に駆動することが可能となる。この場合、2個の励磁コイル230a, 230bには、同じ量の電流を互いに逆方向に同時に流すことにより、吸引力の発生方向を、所定の方向に合わせることができる。

【0051】

電磁石の組み合わせにより、空間中の漏れ磁場を打ち消すことができるということは、先の実施形態で説明したとおりであるが、その効果を具体的に図10を参照して説明する。

【0052】

(漏れ磁場相殺効果)

図10は各電磁石ユニットを励磁したときの基板近傍の磁場分布の計算結果を示す図である。図10(a)は、並列(Z方向に重ね合わせるよう配置)する2個の電磁石に同方向の電流を流した場合で、図10(b)は並列する2個の電磁石に逆方向の電流を流した場合の計算結果である。図より磁場相殺効果によって少なくとも基板近傍の磁場が絶対値で1/10以下に低減できることがわかる。

【 0 0 5 3 】

(鉄心の位置関係)

鉄心 E コア端面と鉄心 I コア端面に保っている一定の空隙の長さは実際 2、3 [mm]以下であり、この空隙は並列 (Z 方向に重ね合わせるよう配置) する 2 個の電磁石間の距離と比較して非常に小さく設定されることが好ましい。並列する鉄心 E コア間と、鉄心 E コア及び鉄心 I コアとの位置関係は、先に図 3 C を用いて説明したとおりであり、2 個の電磁石 2 1 0 a, 2 1 0 b の鉄心 E コア相互間の磁路と、鉄心 E コアと鉄心 I コア 2 0 0 よりなる磁路と、を想定した場合、上述の位置関係によれば、鉄心 E コアと鉄心 I コア 2 0 0 よりなる磁路に発生する磁束が支配的となり、電磁石 2 1 0 a と 2 1 0 b の鉄心 E コア間の磁路の影響は非常に小さいものとなる。

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態にかかる可動子の構造は、一体のものに限定されず、例えば、図 4 で示したように、可動子を支持するための部材に、マイナス方向側、プラス方向側に対応する可動子を複数設けてもよい。この場合、可動子を支持する支持部材は、磁性材料でも非磁性材料でも良い。

【 0 0 5 5 】

駆動ユニットに所定の吸引力を発生させるために、励磁コイル 2 3 0 a, b に対して、同じ量の電流を互いに逆方向に同時に流す必要がある。この場合、それぞれに巻回される励磁コイル 2 3 0 a, 2 3 0 b は鉄心 E コアに対する巻き方向を互いに逆巻きにしてもよく、または、鉄心 E コアに対する巻き方向は同じでも、電流制御回路の制御により、励磁コイルへ印加する電流の極性を逆にすることで同様の効果を得ることができる。

【 0 0 5 6 】

< 第 5 実施形態 >

第 5 実施形態にかかる 1 軸電磁石型ステージを図 1 1 により説明する。

【 0 0 5 7 】

図 1 1 に示すように、電磁石を駆動源とする 1 軸駆動機構の構成は可動子である鉄心 I コア 2 0 0 と、それをある一定の空隙を保って挟み込むように片側 3 個

ずつ配置された電磁石 210 から構成される。6 個の電磁石は、6 個の鉄心 E コア 220 とそれぞれの鉄心 E コアに巻回される励磁コイル 230 a, 230 b, 230 c から構成され、鉄心 E コア 220 a には励磁コイル 230 a が巻回され、鉄心 E コア 220 b には励磁コイル 230 b が巻回され、鉄心 E コア 220 c には励磁コイル 230 c が巻回されている。6 個の鉄心 E コア 220 と励磁コイル 230 a, b, c は固定子であり、それぞれが相對運動しないように一体に連結されている。

【0058】

可動子 200 を X (+) 方向に駆動させる場合、片側 3 個の電磁石 (X (+) 方向に配置する電磁石をそれぞれ 210 a, 210 b, 210 c とする) の励磁コイルに同時に、所定の極性を有する電流を流して電磁石を励磁し、鉄心 E コア 220 から空隙を介して鉄心 I コアへおよぶ磁路に磁束を流して、磁気的作用によって鉄心 E コア 220 と鉄心 I コア 200 の間に吸引力を発生させる。

【0059】

この吸引力によって鉄心 I コア 200 を所定の方向に移動させることができる。励磁コイルに電流を流すとき、それぞれの磁路に形成される磁束の向きは、上述の磁場相殺効果を考慮して、両端の 2 個の電磁石 (図 11 A の 210 a, 210 c) は同方向、中央の電磁石 210 b は両端の 2 個の電磁石に対して逆方向になるようにする (図 11 B (a) ~ (c) を参照)。この場合、各電磁石が生成する磁束は、励磁コイルの巻き方向、図 2 B で示した電流制御回路の制御 (極性と、電流量) に依存して制御される。

【0060】

3 個の電磁石は、それぞれ鉄心 E コア 220 から空隙を介して鉄心 I コア 200 におよぶ磁路を形成する。3 個の電磁石のうち、中央の電磁石 210 b のみ電流の向きは逆方向なので、中央の電磁石のみ磁路を流れる磁束の向きも逆方向になる (図 11 B (b))。また、これに伴って電磁石から周辺の空間に漏れる磁場の分布も、中央の電磁石周りのみ逆方向の磁場が分布することになる。磁界の強さは電流量に比例するので、中央の電磁石 210 b が周辺の空間に形成する磁場の磁界の強さは、それぞれ両端の 2 個の電磁石 210 a, c が周辺に形成する

磁場強さの2倍になればよい。

【0061】

すなわち、電流制御回路700が与える電流量(アンペアターン)は、両端の2個の電磁石(210a, b)に流す電流量をそれぞれ「1」とすると、中央の電磁石210bに流す電流量は「2」となる。3個の電磁石を並列(Z方向に重ね合わせるよう配置)させた場合の電流量は、1:2:1の比に従い、電流量を中央の電磁石のみ逆方向に同時に通電するように制御すればよい。

【0062】

励磁されている3個の電磁石210a, b, cは同じ向きに設置しており並列に(離間して、重ね合わせ方向に)配置しているので、それぞれの電磁石から周辺の空間に分布する磁場は重なり合うことになる。そして両端の2個の電磁石210a, cからの磁場と中央の電磁石210bからの磁場が互いに相殺し合い、トータルとして3個の電磁石の周辺の漏れ磁場を小さくすることができる。この磁場相殺効果によって漏れ磁場の小さい1軸電磁石型ステージが達成できる。

【0063】

尚、本実施形態において、それぞれの励磁コイル230a, b, cに通電される所定の極性の電流値は、鉄心Eコアに巻回される励磁コイル230a, 230b, 230cの巻き方向を互いに逆巻きにし、または、鉄心Eコアに対する巻き方向は同じでも、電流制御回路700(図2A)の制御により、励磁コイルへ印加する電流の極性を逆にすることも可能である。

【0064】

また、本実施形態にかかる可動子の構造は、一体のものに限定されず、例えば、図4で示したように、可動子を支持するための部材に、マイナス方向側、プラス方向側に対応する可動子を複数設けてもよい。この場合、可動子を一体に支持する支持部材は、磁性材料でも非磁性材料でも良い。また、鉄心Eコア220と鉄心Iコア200の材質は磁性材料で、積層鋼板を使用することも可能である。

【0065】

可動子支持部材を非磁性材料により構成することで、可動子全体の重量を軽減することが可能になり、高加減速、高速位置決め制御を実行する上で有利な構造

となる。

【0066】

＜第6実施形態（荷電粒子線露光装置）＞

第1乃至第5実施形態において示した電磁石を駆動源とする位置決め装置を組み込んだ荷電粒子線露光装置について説明する。図12は荷電粒子線露光装置の概略的な構成を示す図であり、同図において、501は荷電粒子源である電子銃を示し、不図示のカソード、グリッド、アノードを有する。この電子銃から放射された電子源ESは、照明電子光学系502を介して電子光学系503に照射される。電子光学系503は不図示のアパーチャアレイ、ブランカアレイ、要素電子光学アレイユニット等で構成されている。電子光学系503は電子源ESの像を複数形成し、この像を投影電子光学系504によって縮小投影して、被露光面であるウエハ505上に電子源ES像を形成する。ウエハ505を搭載する位置決め装置508はXY方向に移動して面内における位置決めを行なう位置決め機構507と、507の位置決め機構により位置決めされた位置に対して、更に高精度の位置決めを行ない、各軸の回転方向の調整を行なうための微動機構506と、から構成されている。

【0067】

ここで、位置決め機構506は先の実施形態において説明した位置決め装置を適用するものとする。図13は荷電粒子線露光装置の制御ブロック図である。

【0068】

制御系1301は光学系制御回路（1302～1304）と、ステージの位置決めを制御するステージ駆動制御回路1305とを制御する。露光制御データに基づいて、照明電子光学系制御回路1302は照明電子光学系1306を制御し、電子光学系制御回路1303は、アパーチャアレイ1307、ブランカアレイ1308、要素電子光学系1309を制御し、投影電子光学系制御回路1304は偏向器1310、投影電子光学系1311等を制御する。

【0069】

ステージ駆動制御回路1305は、位置決め機構の駆動のための全体的な位置計測、駆動指令の生成を司り、電流制御回路700を介して微動基板ステージ7

04 (図7A) を駆動する個々の電磁石を制御する。

【0070】

また、ステージ駆動制御回路1305はリニアモータ1312を駆動させてステージベース730の面内においてXY搬送ステージの位置決めを制御する。

【0071】

ステージ駆動制御回路1305は、リニアモータ1312及び電磁石610の制御において、ステージの位置情報をレーザ干渉計1313により検出して、位置情報を制御則に帰還することにより、各アクチュエータ(610、1312)を駆動制御して、露光制御データに対応した目標露光位置にウエハ701を位置決めする。

【0072】

このように上記実施形態にかかる電磁石を駆動源とする位置決め装置を組み込んだ荷電粒子線露光装置によれば、ウエハの位置決めを高精度に行なうことが可能になる。

【0073】

<半導体製造プロセスへの適用例>

上記の荷電粒子線露光装置を用いた半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、CCD、液晶パネル等)の製造プロセスを図14を用いて説明する。

【0074】

図14は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作製する。一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の組立て工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト

等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。

【0075】

上記ステップ4のウエハプロセスは以下のステップを有する。ウエハの表面を酸化させる酸化ステップ、ウエハ表面に絶縁膜を成膜するCVDステップ、ウエハ上に電極を蒸着によって形成する電極形成ステップ、ウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込みステップ、ウエハに感光剤を塗布するレジスト処理ステップ、上記の露光装置によって回路パターンをレジスト処理ステップ後のウエハに転写する露光ステップ、露光ステップで露光したウエハを現像する現像ステップ、現像ステップで現像したレジスト像以外の部分を削り取るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト剥離ステップ。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

【0076】

これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。上述の荷電粒子線露光装置を用いることにより、露光精度の高精度化および装置のスループットの向上を図ることが可能になるので、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

【0077】

＜本発明の実施態様＞

本発明の実施態様の例を以下に示す。

（実施態様1） 駆動軸方向の駆動をステージに伝達するに可動子と、

前記可動子と磁路を形成し、第1の磁束を発生させて、該可動子を駆動軸方向に駆動させる第1電磁石と、

前記第1電磁石と離間して、重ね合わせ方向に配置され、前記可動子と磁路を形成し、前記第1の磁束と極性を反転させた第2の磁束を発生させて、該可動子を前記駆動軸方向に駆動させる第2電磁石と、を備えることを特徴とする位置決め装置。

【0078】

(実施態様 2) 前記第1電磁石と、前記第2電磁石と、にそれぞれ極性の異なる磁束を発生させるために、該第1電磁石を構成する鉄心に巻き回される第1コイルと、該第2電磁石を構成する鉄心に、該第1コイルと同一方向に巻き回される第2コイルと、にそれぞれ極性の異なる略同値の電流を通電させる電流制御手段を更に備えることを特徴とする、実施態様 1 に記載の位置決め装置。

【 0 0 7 9 】

(実施態様 3) 前記電流制御手段が、同一極性の略同値の電流を通電する場合、前記第1電磁石を構成する鉄心に巻き回されるコイルの巻き方向と、前記第2電磁石を構成する鉄心に巻き回されるコイルの巻き方向と、は逆巻きに構成されることを特徴とする実施態様 2 に記載の位置決め装置。

【 0 0 8 0 】

(実施態様 4) 前記可動子は、
前記第1及び第2電磁石との間で、それぞれ磁路を形成する磁性材により構成される可動鉄心部と、

前記可動鉄心部を支持する非磁性材により構成される支持部材と、を有することを特徴とする実施態様 1 に記載の位置決め装置。

【 0 0 8 1 】

(実施態様 5) 前記第2電磁石と離間して、該第2電磁石に対して重ね合わせ方向に配置し、前記可動子と磁路を形成して前記第1の磁束と同一極性の磁束を発生させて、該可動子を前記駆動軸方向に駆動させる第3電磁石を更に有する場合、

前記電流制御手段は、前記第1電磁石、前記第2電磁石及び前記第3電磁石を構成する各コイルに 1 : 2 : 1 の割合に電流値を制御して通電する

ことを特徴とする実施態様 2 に記載の位置決め装置。

【 0 0 8 2 】

(実施態様 6) 荷電粒子線露光装置であって、
荷電粒子線を放射する荷電粒子源と、
複数の電子レンズを有し、該複数の電子レンズにより前記荷電粒子源の中間像を複数形成する第1の電子光学系と、

前記第1の電子光学系によって形成される複数の中間像を基板上に投影する第2の電子光学系と、

前記基板を保持し、所定の位置に駆動して、ステージを位置決めする位置決め装置と、を備え、前記位置決め装置は、

駆動軸方向の駆動をステージに伝達するに可動子と、

前記可動子と磁路を形成し、第1の磁束を発生させて、該可動子を駆動軸方向に駆動させる第1電磁石と、

前記第1電磁石と離間して、重ね合わせ方向に配置され、前記可動子と磁路を形成し、前記第1の磁束と極性を反転させた第2の磁束を発生させて、該可動子を前記駆動軸方向に駆動させる第2電磁石と、を備えることを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【0083】

(実施態様7) デバイスの製造方法であって、

実施態様6に記載の荷電粒子線露光装置を含む複数の半導体製造装置を工場に設置する工程と、

前記複数の半導体製造装置を用いて、半導体デバイスを製造する工程と、を備えることを特徴とするデバイス製造方法。

【0084】

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明によれば、複数の電磁石を重ね合わせ方向に配置して、各々の電磁石相互間で漏れ磁束を相殺させることにより、電磁石近傍の環境の磁場変動を低減することが可能になる。

【0085】

また、簡素な構成により、磁場変動の低減が可能になるために、微動基板ステージの軽量化を図ることが可能になり、かかる微動基板ステージを搭載したステージ装置の高加減速、高速位置決めを実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来例の駆動機構の構成を例示する図である。

【図 2 A】

電磁石ユニットを駆動源とする 1 軸駆動機構の構成を示す図である。

【図 2 B】

電磁石の磁束を制御するための電流制御回路を説明する図である。

【図 3 A】

電磁石の磁束分布を説明する図である。

【図 3 B】

電磁石の磁束分布を説明する図である。

【図 3 C】

電磁石と鉄心 I コアとの位置関係を説明する図である。

【図 4】

鉄心 I コアの変形例を示す図である。

【図 5】

電磁石ユニットを駆動源とする 2 軸駆動機構の構成を示す図である。

【図 6】

電磁石ユニットを駆動源とする 2 軸駆動機構の構成を示す図である。

【図 7 A】

電磁石ユニットを駆動源とする 6 軸駆動機構の構成を示す図である。

【図 7 B】

センタスライダを構成する側板の構造を説明する図である。

【図 7 C】

駆動ユニットと可動子の関係を説明する図である。

【図 8】

X Y 運搬ステージに組込まれた微動基板ステージの全体的な構造を示す図である。

【図 9】

駆動ユニットの配置例を示す図である。

【図 1 0】

漏れ磁場分布の計算結果を示す図である。

【図 1 1 A】

電磁石ユニットを駆動源とする 1 軸駆動機構の構成を示す図である。

【図 1 1 B】

電磁石の磁束分布を説明する図である。

【図 1 2】

荷電粒子線露光装置の概略的な構成を示す図である。

【図 1 3】

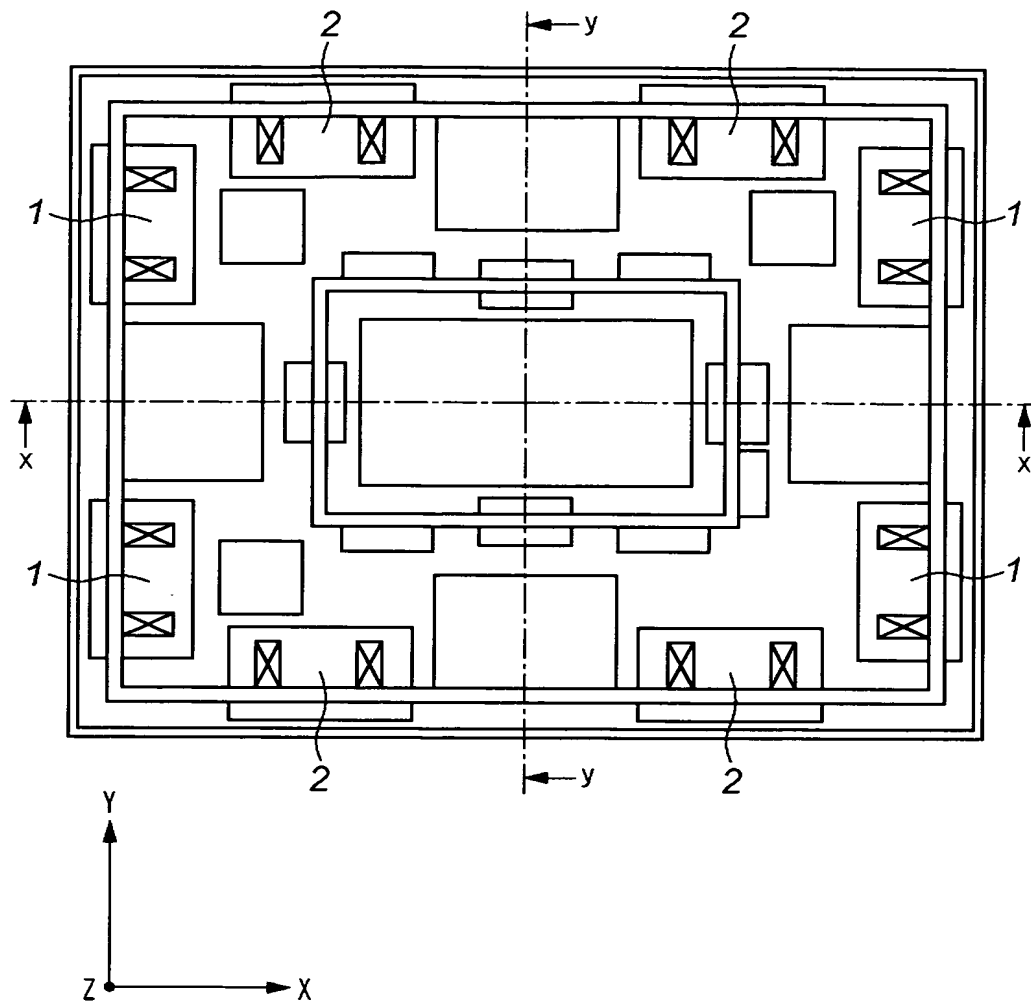
荷電粒子線露光装置の制御ブロック図である。

【図 1 4】

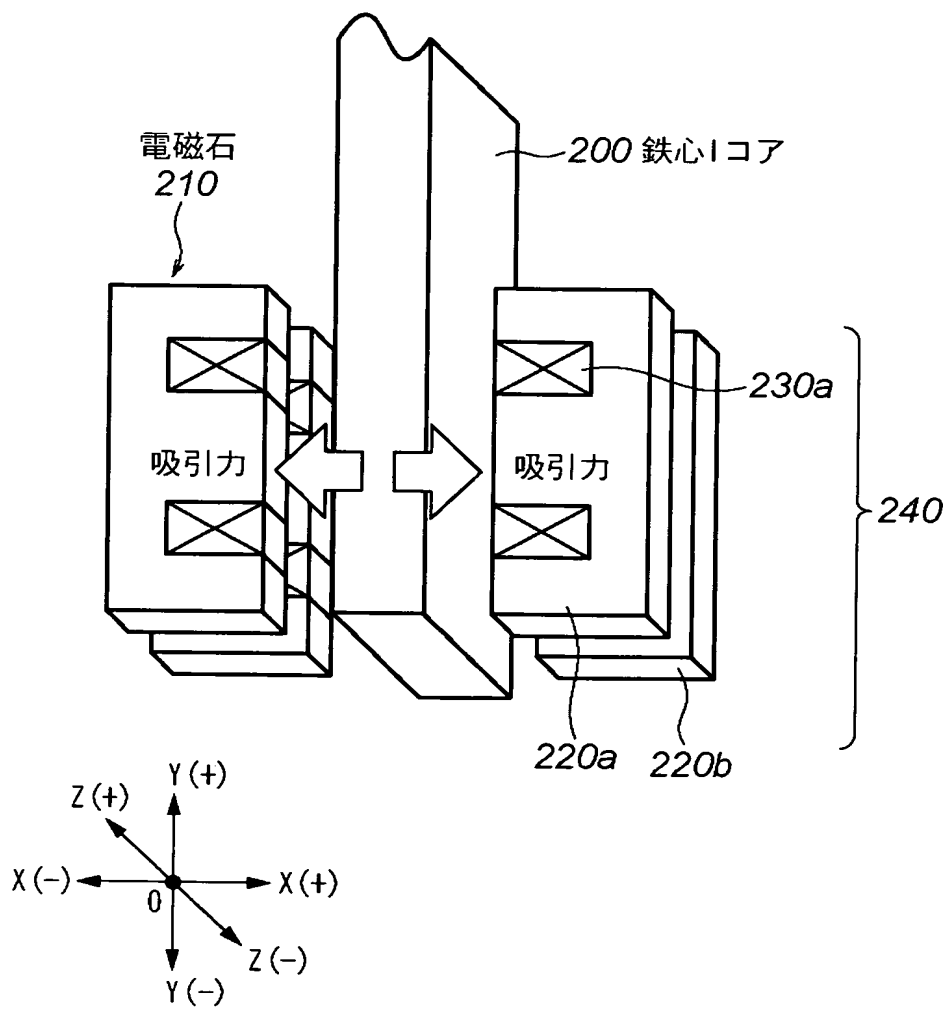
半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。

【書類名】 図面

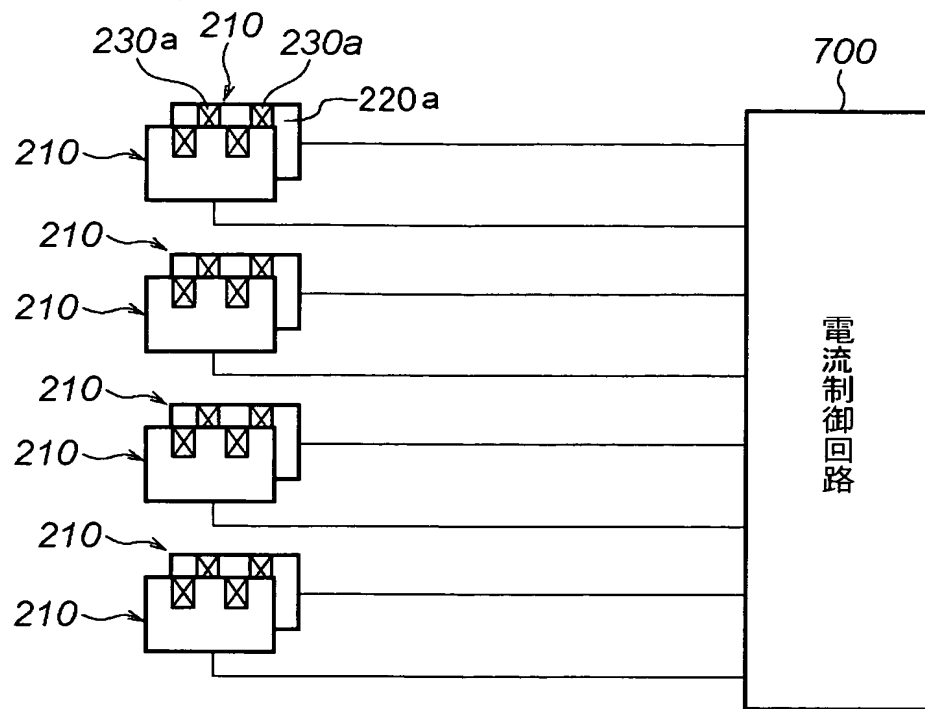
【図 1】



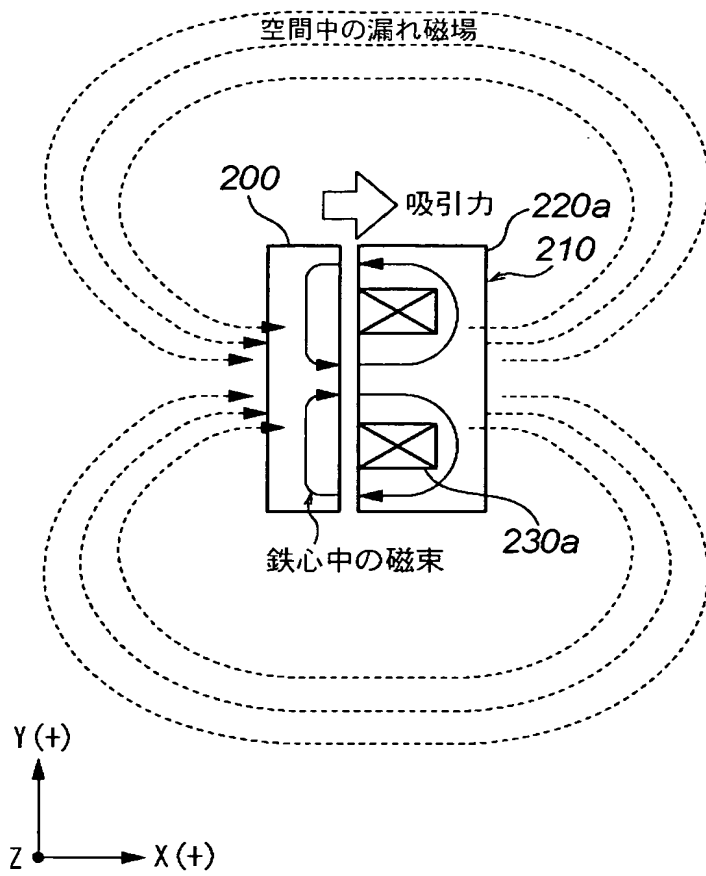
【図 2 A】



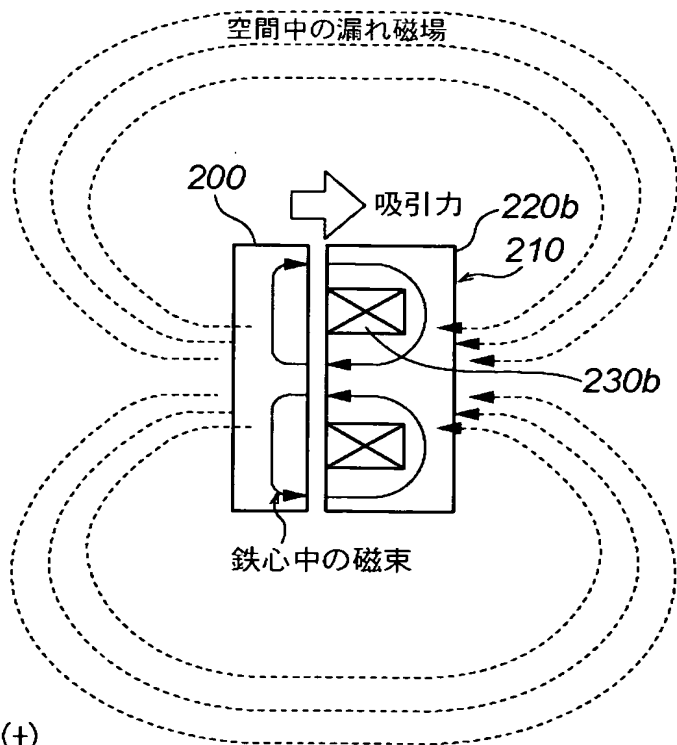
【図 2 B】



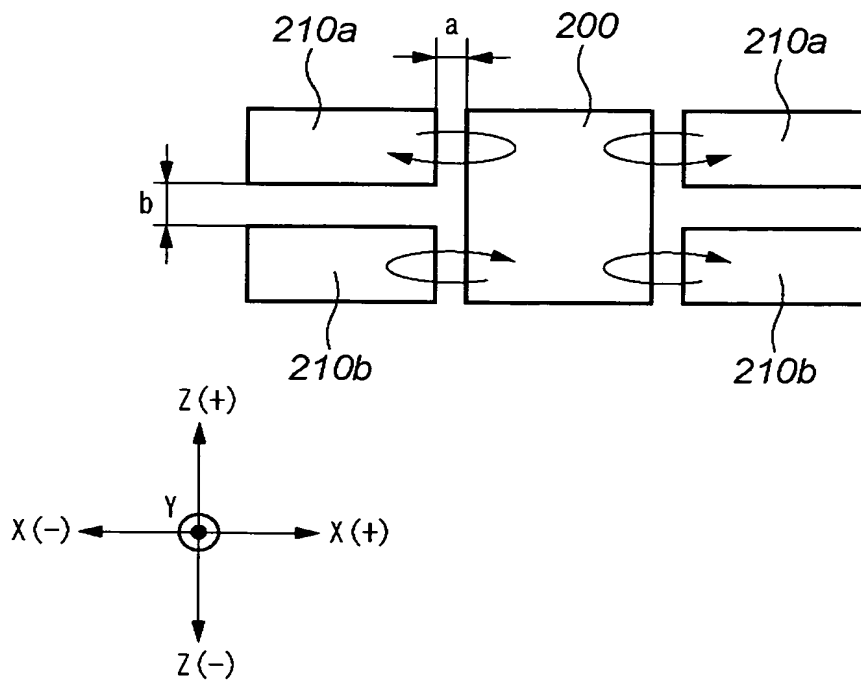
【図 3 A】



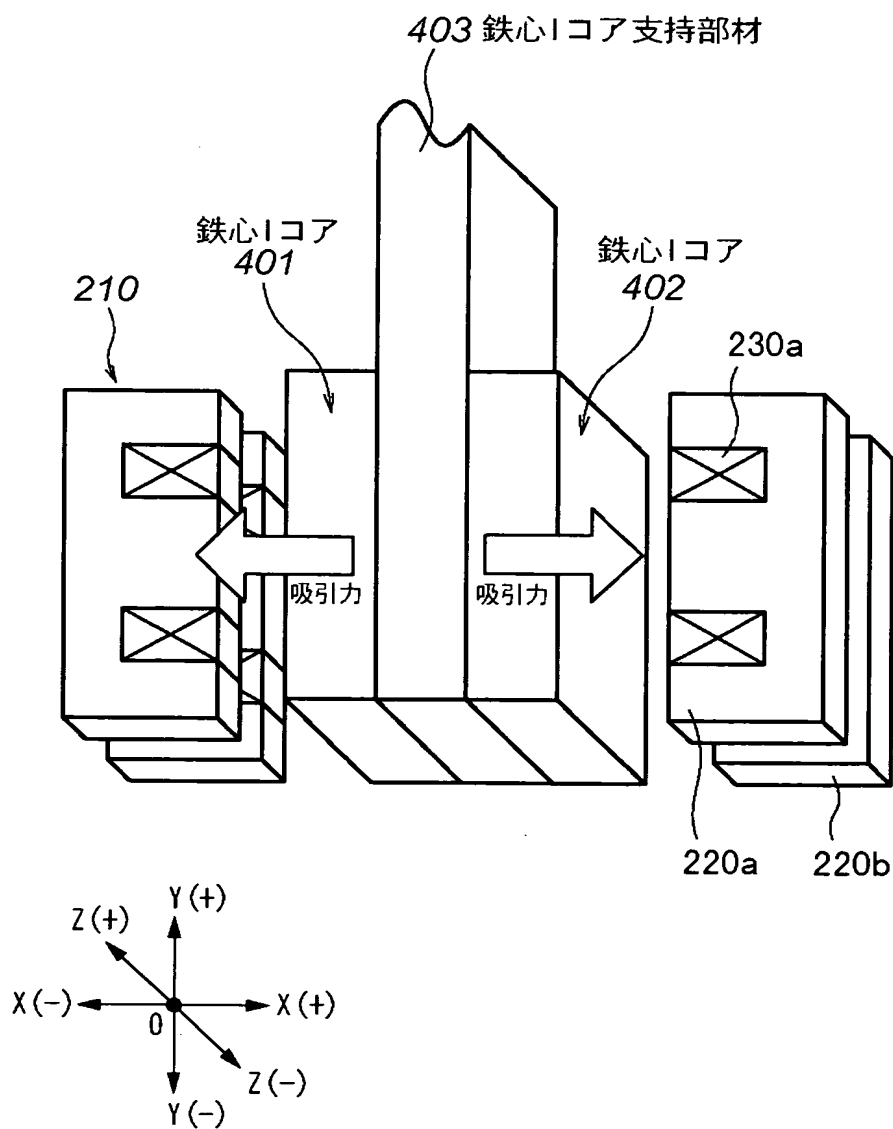
【図 3 B】



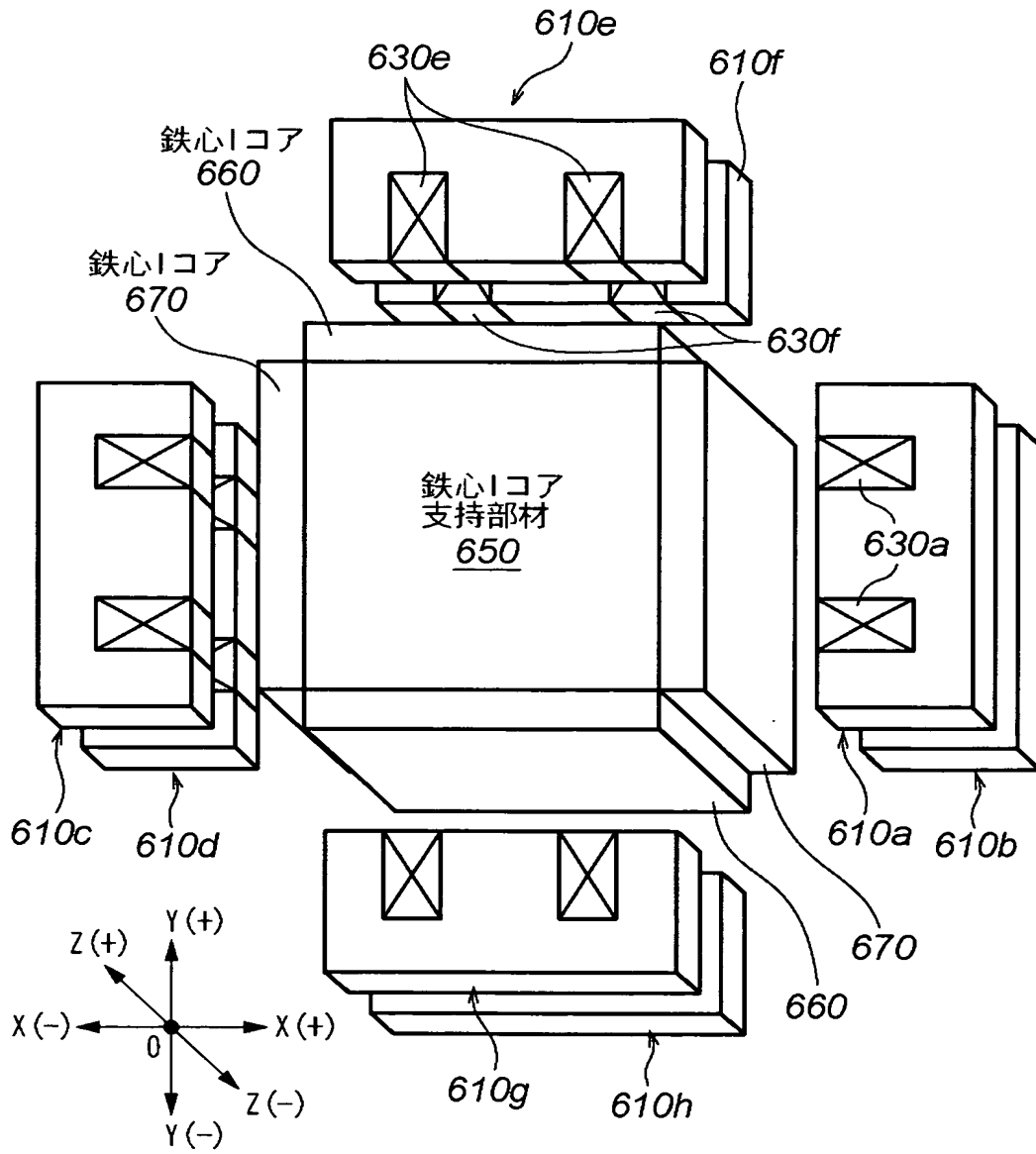
【図 3 C】



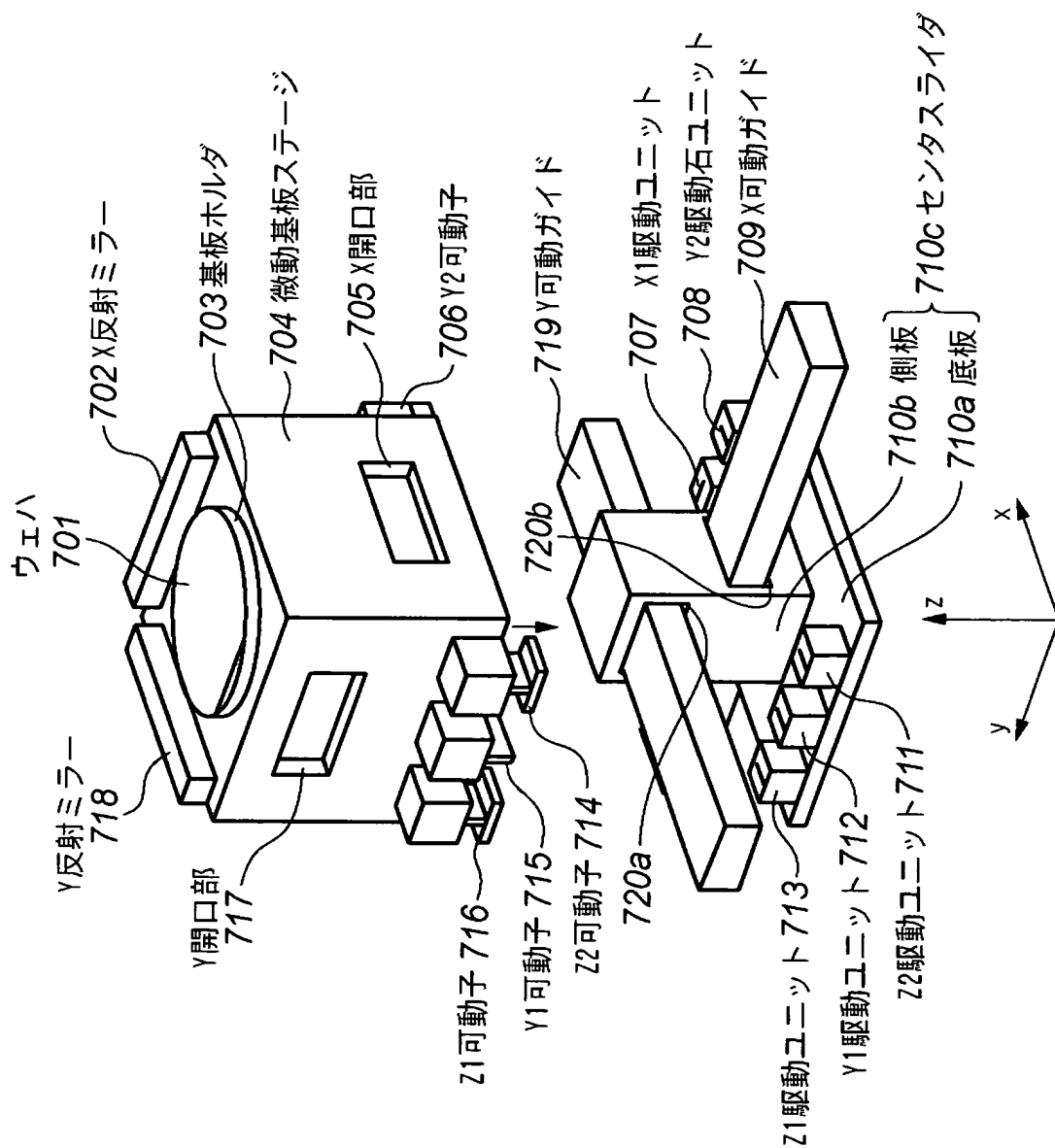
【図 4】



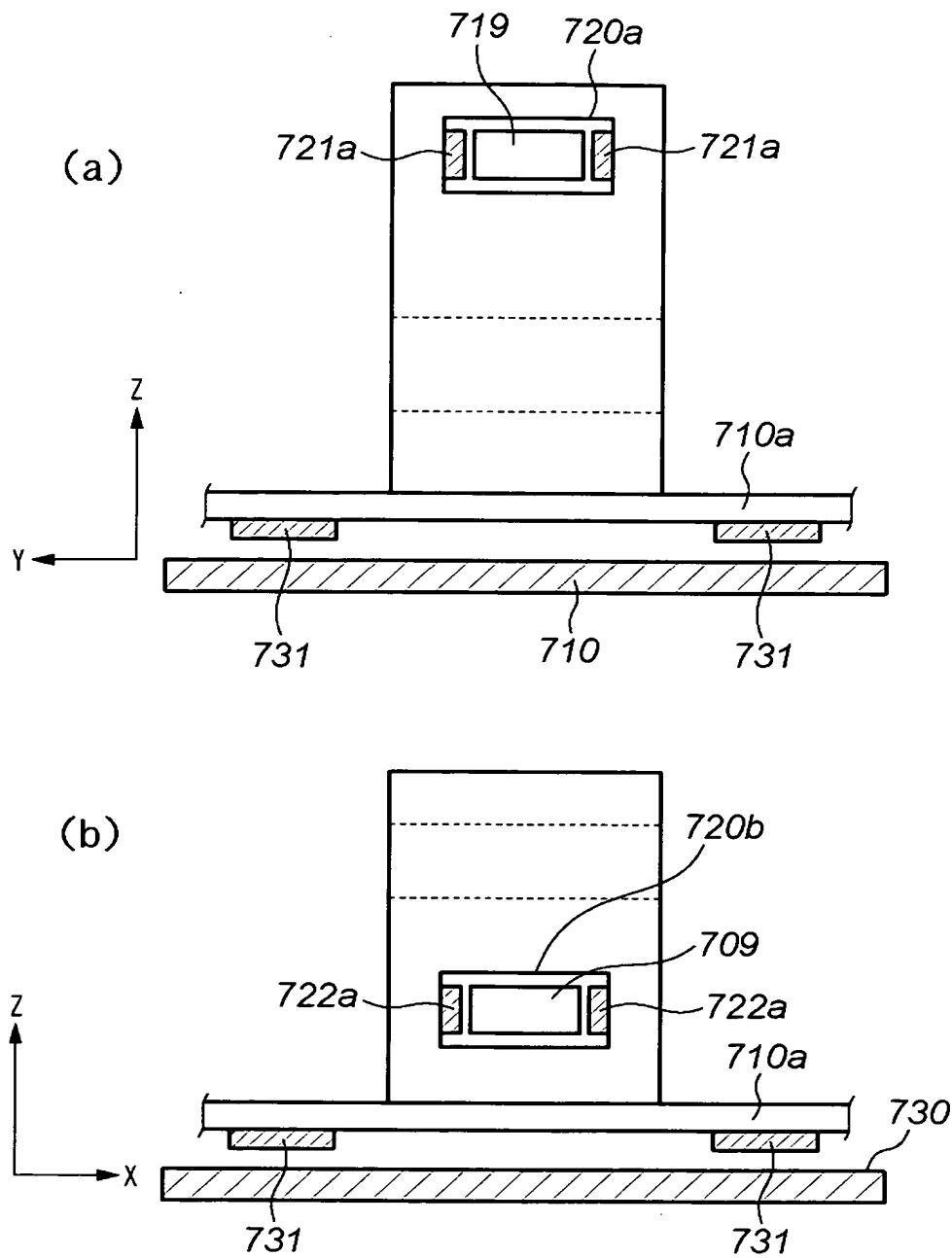
【図 6】



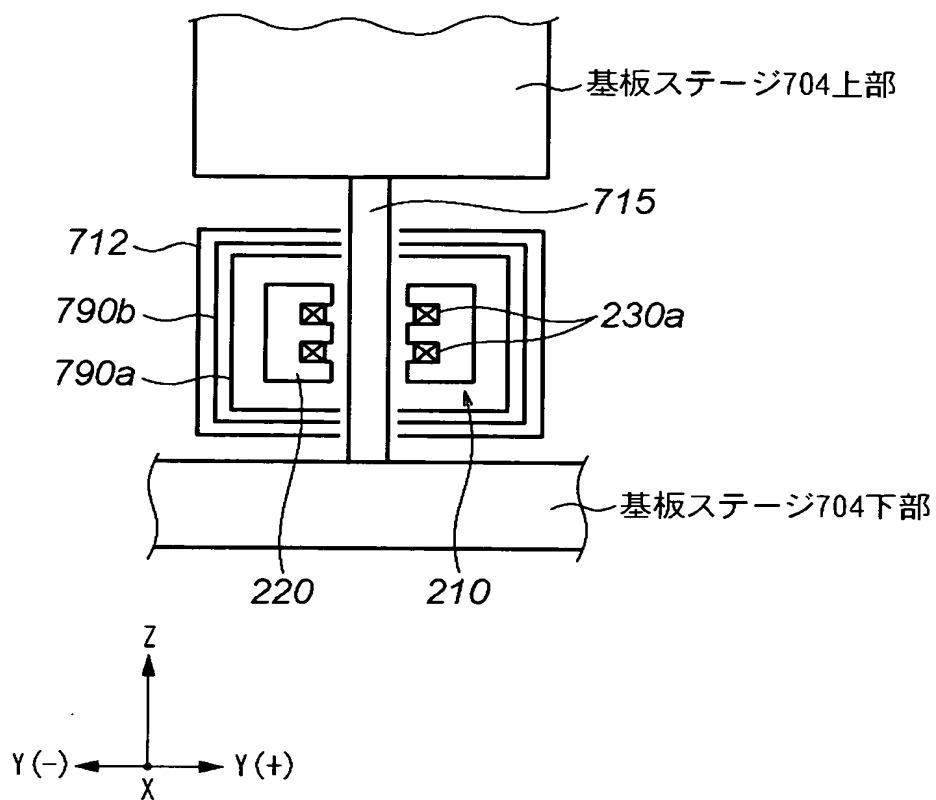
【図 7 A】



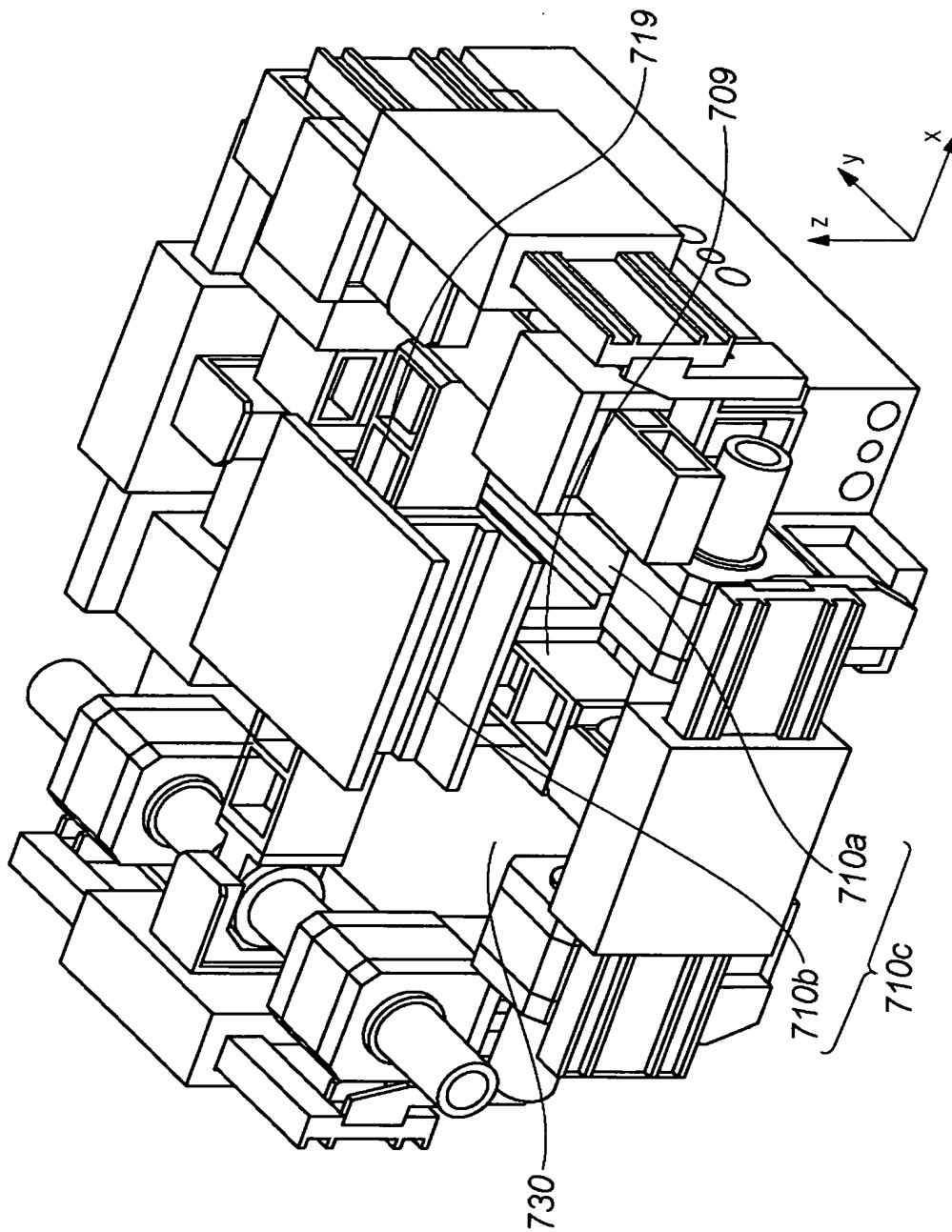
【図 7 B】



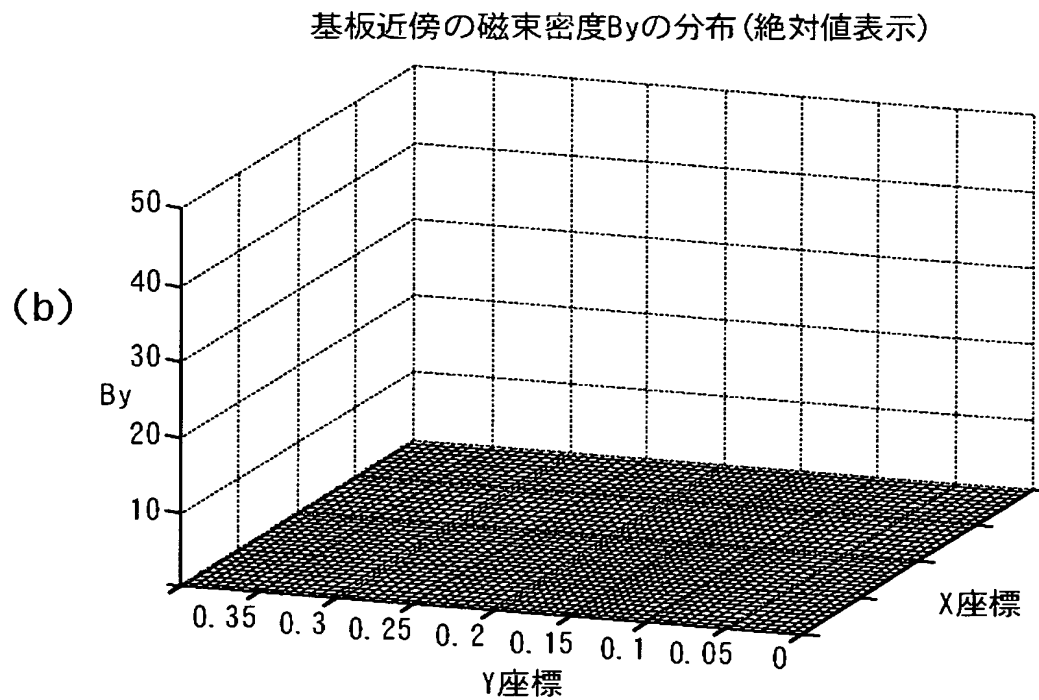
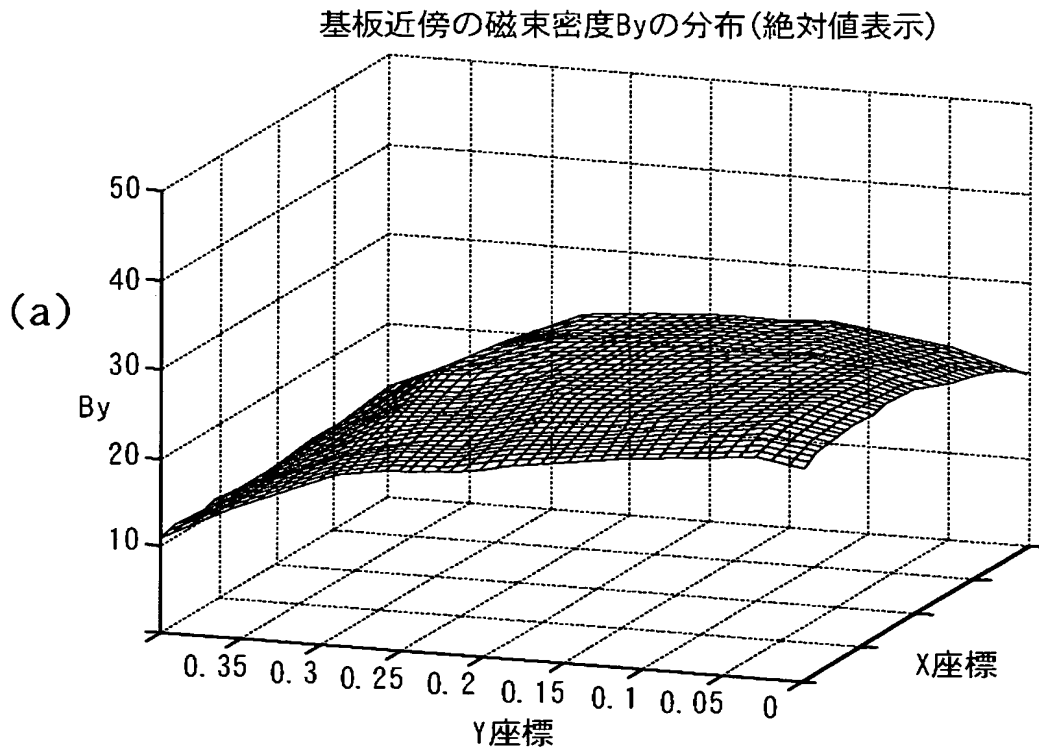
【図 7 C】



【図 8】

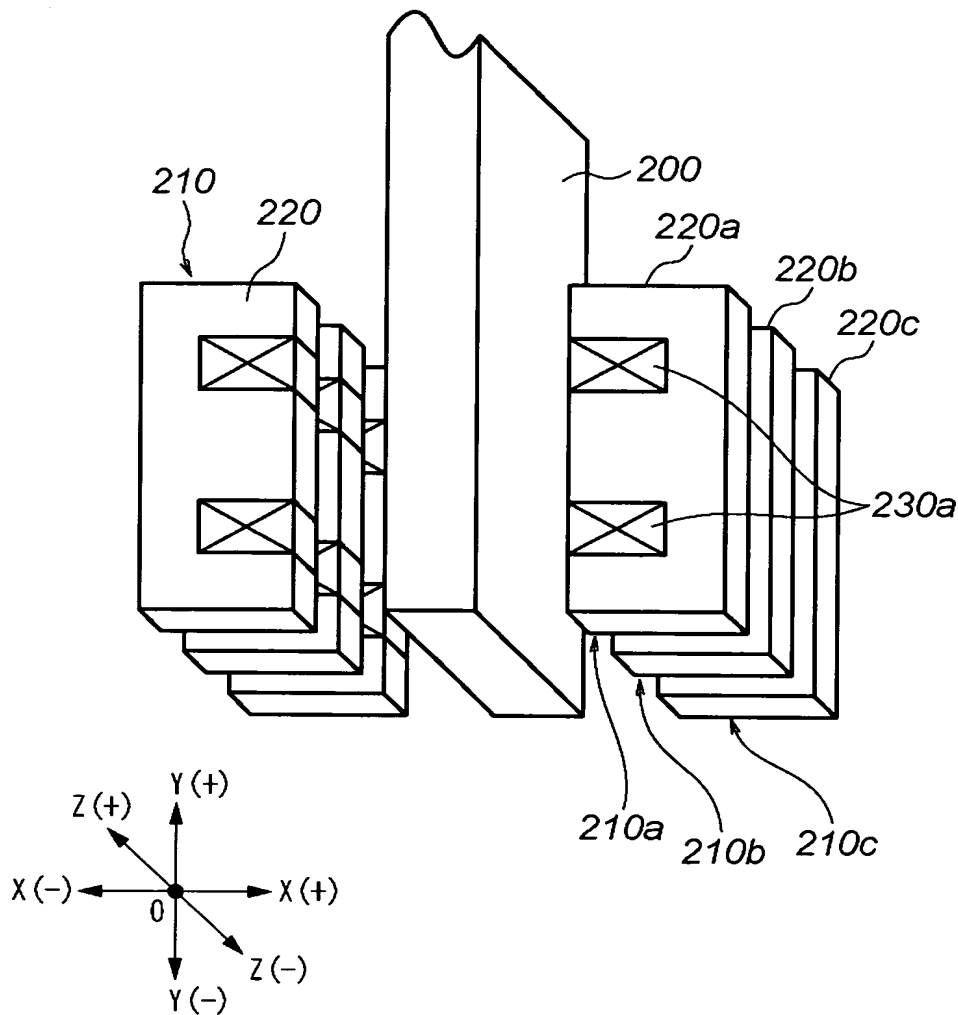


【図10】

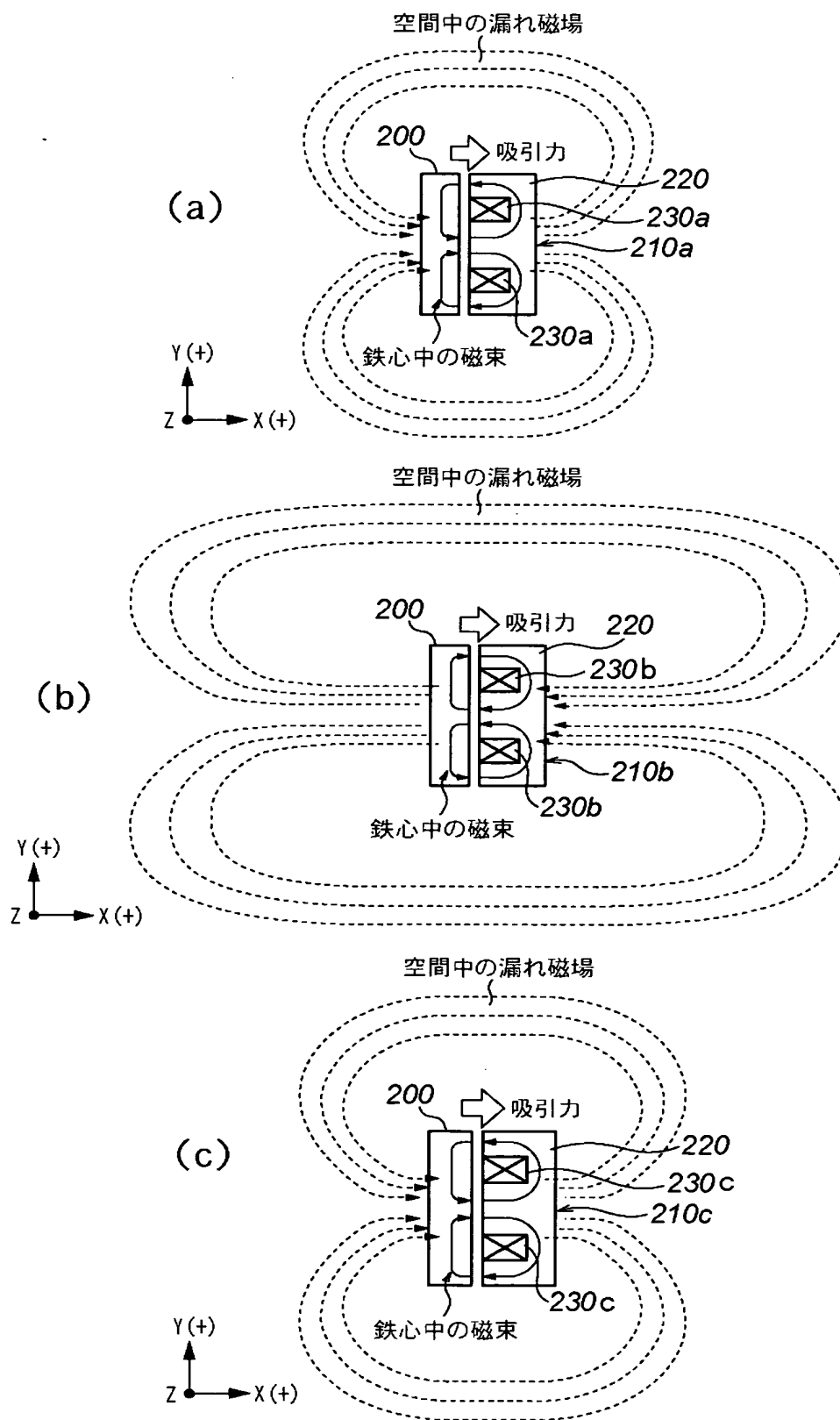




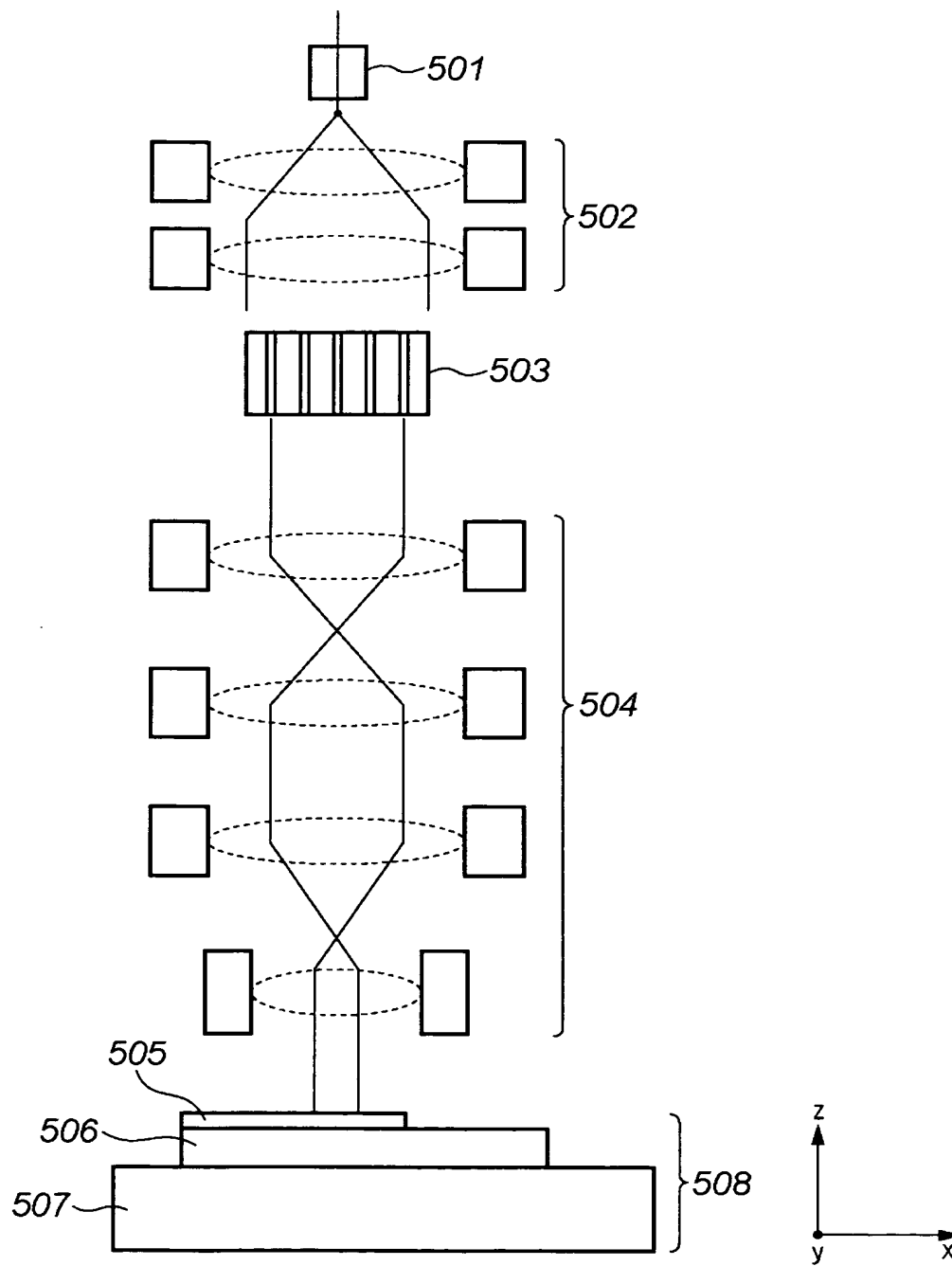
【図 11 A】



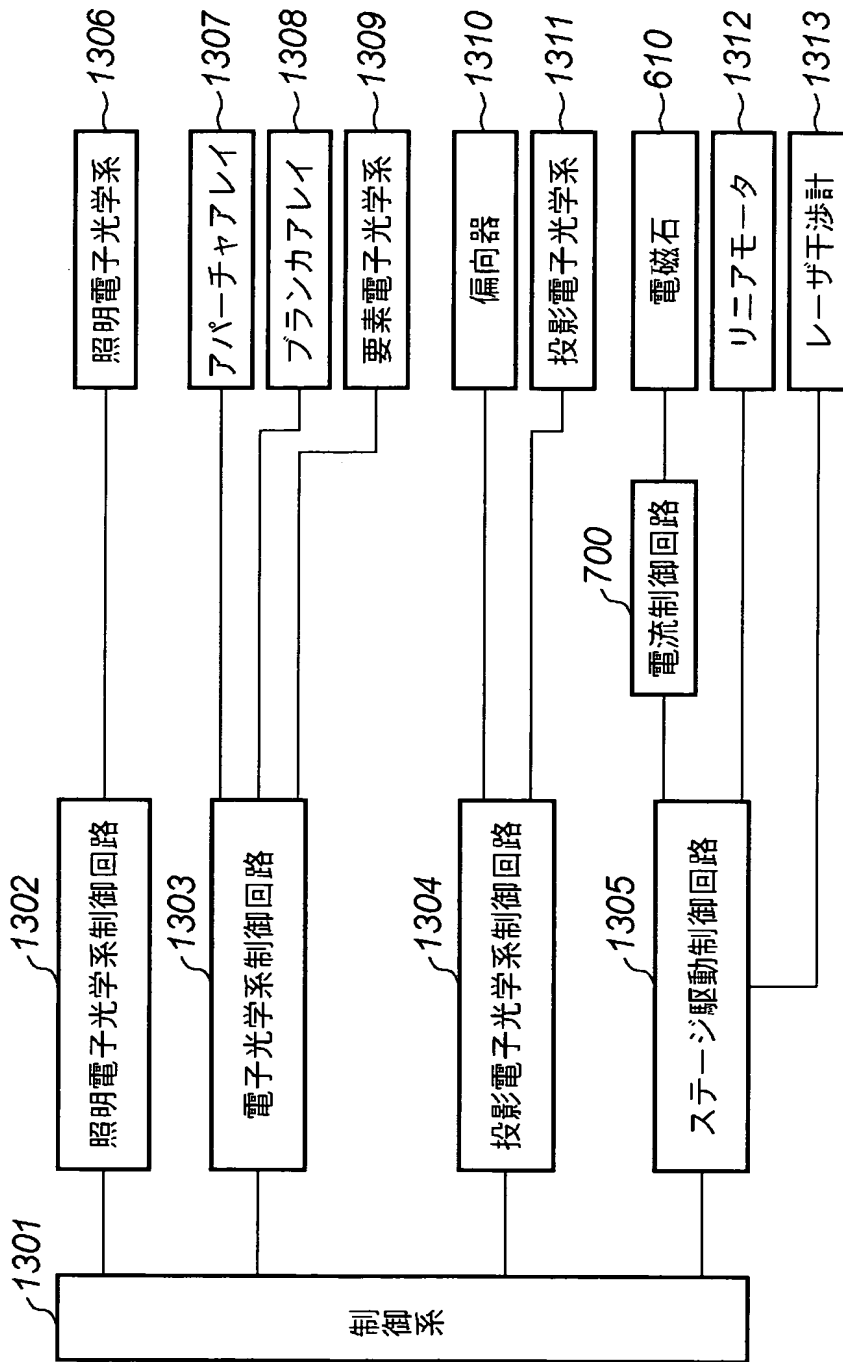
【図 11 B】



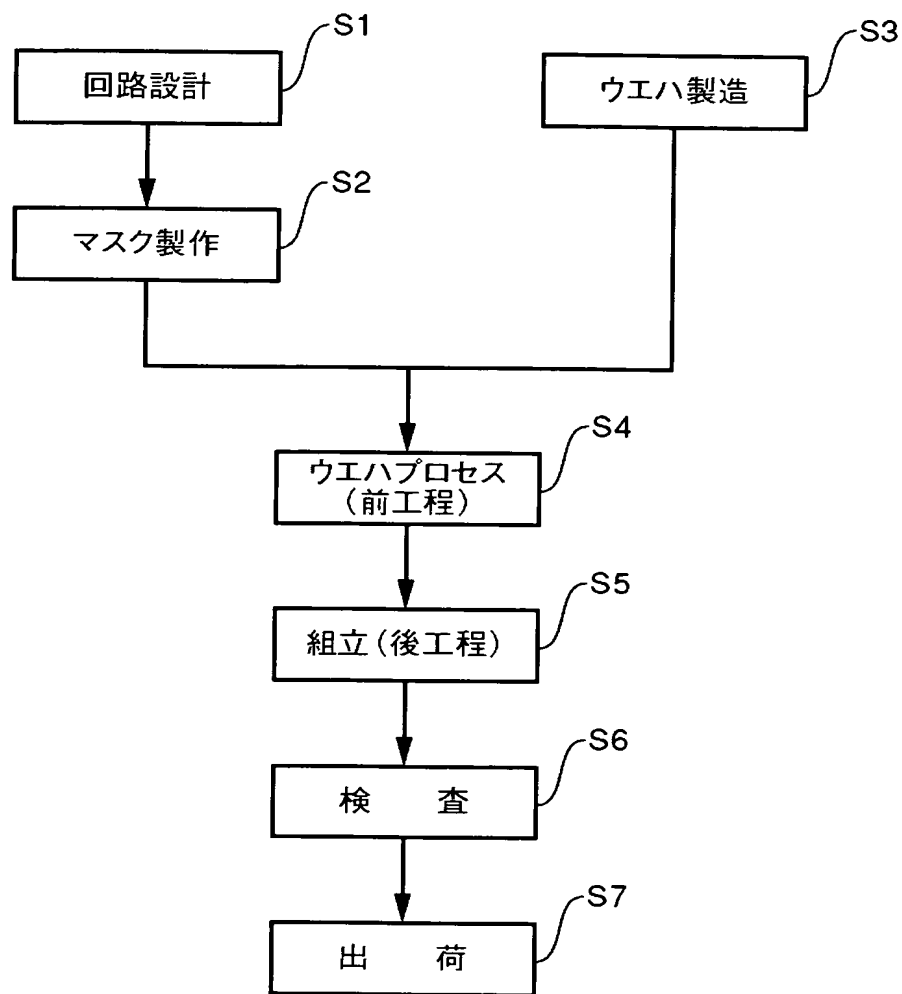
【図 12】



【図 13】



【図 14】



半導体デバイス製造フロー

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 漏れ磁場変動を低減する機構を有する位置決め装置を提供する。

【解決手段】 位置決め装置は、駆動軸方向の駆動をステージに伝達するに可動子と、可動子と磁路を形成し、第1の磁束を発生させて、該可動子を駆動軸方向に駆動させる第1電磁石と、その第1電磁石と離間して、重ね合わせ方向に配置され、可動子と磁路を形成し、第1の磁束と極性を反転させた第2の磁束を発生させて、可動子を前記駆動軸方向に駆動させる第2電磁石と、を備える。

【選択図】 図 2 A

特願 2 0 0 2 - 3 1 8 4 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社